

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-126110

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月11日

(51) Int.Cl.⁴

識別記号

F I

G 0 5 D 3/00

G 0 5 D 3/00

G

A

G 0 2 B 21/26

G 0 2 B 21/26

H 0 2 N 2/00

H 0 2 N 2/00

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-289777

(22) 出願日 平成9年(1997)10月22日

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号

(72) 発明者 上 喜裕

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

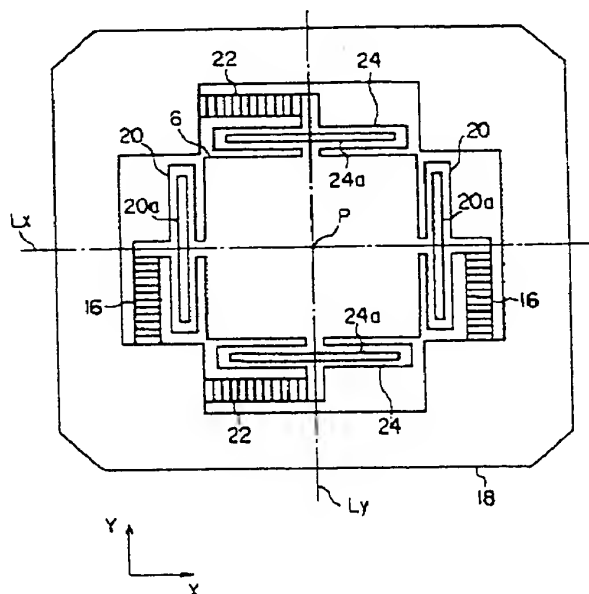
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 4 名)

(54) 【発明の名称】 移動装置

(57) 【要約】

【課題】移動対象物を所定方向に必要な量だけ正確に移動して高精度に位置決めすることが可能な移動装置を提供する。

【解決手段】移動対象物 6 と、この移動対象物の中心軸 P に対して対称に配置され、移動対象物を平行移動自在に支持する板状バネ 20、24 と、移動対象物を移動させるための X 方向駆動用及び Y 方向駆動用アクチュエータ 22、16 とを備えており、板状バネは、夫々、移動対象物を移動した際に作用する曲げ力に対する剛性が小さく、且つ、移動対象物を移動した際に作用する圧縮力及び引っ張り力に対する剛性が大きくなっている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動対象物と、

この移動対象物に対する固定ベースと、
前記移動対象物の中心軸に対して対称に配置され、前記移動対象物を平行移動自在に係合する弾性部材と、
この弾性部材の一端に係合し、他端が前記固定ベースと係合する前記移動対象物を移動させるためのアクチュエータとを備えていることを特徴とする移動装置。

【請求項2】 前記移動対象物と係合する前記弾性部材は、前記移動対象物の一方に2つ、この一方に直交する他方に2つ設けられており、前記弾性部材は、前記移動対象物より薄く成形されていることを特徴とする請求項1に記載の移動装置。

【請求項3】 前記移動対象物の移動量を拡大するように、前記移動対象物の中心軸に対して対称に配置され、前記弾性部材を介して前記移動対象物に接続された拡大アームを備えており、
この拡大アームは、前記アクチュエータの変位量を拡大して前記移動対象物に伝達することによって、前記移動対象物の移動量を拡大させることを特徴とする請求項1又は2に記載の移動装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば走査型プローブ顕微鏡及びこれを応用した走査機構に用いられ、移動対象物を所定方向に正確に移動して高精度に位置決めするための移動装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の移動装置として、例えば図8に示すように、固定ベース2から垂直方向（Z方向）に延出した平行バネ4に支持された移動対象物6（例えば、走査型プローブ顕微鏡や走査型レーザー顕微鏡等に用いられるステージ）に所定の押圧力Fを加えることによって、移動対象物6を例えばX方向（Z方向に直交する方向）に所定距離だけ平行移動させることができる装置が知られている（以下、第1の従来技術という）。

【0003】また、例えば特開平7-129244号公報には、図9に示すように、固定ベース2から延出した4つの板バネ8によってX方向に移動自在に支持された移動対象物6に対して圧電体10を介して押圧力を加えることによって、移動対象物6をX方向に所定距離だけ平行移動させることができる装置が知られている（以下、第2の従来技術という）。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1の従来技術では、移動対象物6を移動させた際に平行バネ4に作用する曲げ力によって、平行バネ特有の沈み込みが生じ、このときの沈み込み量 ΔZ に対応して、移動対象物6は、移動方向とは異なる方向（Z方向）に変位し

てしまうといった問題がある。特に高精度な移動制御を要求される装置では、このような沈み込みが生じると、移動対象物6を高精度に位置決めすることが困難になってしまう。

05 【0005】また、第2の従来技術では、移動対象物6を移動させた際、この移動対象物6の両側に配置された板バネ8には、夫々、曲げ力だけで無く引張り力も同時に作用するため、板バネ8の弾性変形量が小さくなり、この結果、移動対象物6の移動範囲が狭く限定されてしまうといった問題がある。

10 【0006】本発明は、このような問題を解決するために成されており、その目的は、移動対象物を所定方向に必要な量だけ正確に移動して高精度に位置決めすることが可能な移動装置を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明の移動装置は、移動対象物と、この移動対象物に対する固定ベースと、前記移動対象物の中心軸に対して対称に配置され、前記移動対象物を平行移動自在に係合する弾性部材と、この弾性部材の一端に係合し、他端が前記固定ベースと係合する前記移動対象物を移動させるためのアクチュエータとを備えている。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の原理について説明した後、この原理を応用した各実施の形態に係る移動装置について、添付図面を参照して説明する。図1（a）には、沈み込みや曲げ力及び引張り力を生じること無く、移動対象物6を所定方向に必要な量だけ正確に平行移動させて高精度に位置決めするための基本原理が示されている。

30 【0009】具体的には、この基本原理において、移動対象物6は、その両側が中心軸Pに対して対称に配置された弾性部材によって平行移動自在に支持されており、この移動対象物6に押圧力が作用しない限り、移動対象物6は、常時、一定位置（以下、初期位置という）に弾性的に保持されるようになっている。

35 【0010】弾性部材として、本基本原理では、その一例として、中央部分が一部中抜きされた中抜き部12aを有する板状バネ12が用いられており、これら板状バネ12を介して移動対象物6は、固定ベース14に弾性的に支持されている。なお、板状バネ12の下端部12bは、他の部位に固定されること無くフリーな状態となっている。

40 【0011】このような基本原理によれば、移動対象物6に所定の押圧力Fを加えた際、図中点線で示すように、一方の板状バネ12の中抜き部12aが拡大し同時に他方の板状バネ12の中抜き部12aが縮小することによって、板状バネ12の曲げ量に対応して下端部12aが、移動対象物6方向に引き上げられるため、移動対象物6は、沈み込みを生じること無く、同一平面内にお

いて常に平行移動することになる。なお、押圧力 F を解除すれば、移動対象物6は、板状バネ12の弾性力によって、初期位置に平行移動して戻される。

【0012】図1(b)には、上記の基本原理を具体化した具体的原理の構成が示されている。具体的原理において、移動対象物6の矢印 X 方向に沿った両側には、夫々、上述した基本原理と同様の作用効果を奏する弾性部材が、中心軸 P に対して対称に配置されており、移動対象物6は、これら弾性部材を介してアクチュエータ(例えば、圧電体)16(以下、 Y 方向駆動用アクチュエータという)に支持されている。なお、 Y 方向駆動用アクチュエータ16は、夫々、固定ベース18に固定されており、移動対象物6を矢印 Y 方向に移動させることができるようになっている。

【0013】弾性部材として、本具体的原理では、その一例として、矢印 Y 方向に沿って延出し且つその中央部分が矢印 Y 方向に沿って一部中抜きされた中抜き部20aを有する板状バネ20が用いられており、これら板状バネ20を介して移動対象物6は、 Y 方向駆動用アクチュエータ16に支持されている。

【0014】また、板状バネ20は、夫々、移動対象物6の中心軸 P を通して矢印 X 方向と平行に延出している X 中心線 L_x に対して対称に延在している。このような板状バネ20は、移動対象物6を矢印 X 方向に移動した際に作用する曲げ力に対する剛性が小さく、且つ、移動対象物6を矢印 Y 方向に移動した際に作用する圧縮力及び引っ張り力に対する剛性が大きくなっている。

【0015】このような具体的原理によれば、所定の押圧力で移動対象物6を矢印 X 方向に移動させた場合、各々の板状バネ20には、矢印 X 方向の曲げ力が作用するが、この曲げ力に対する板状バネ20の剛性が小さいため、板状バネ20は、夫々、移動対象物6に加えられた押圧力に対応して円滑に弾性変形する。この場合、各々の板状バネ20は、図1(a)で説明した基本原理と同様に、一方の板状バネ20の中抜き部20aが拡大し同時に他方の板状バネ20の中抜き部20aが縮小する。この結果、移動対象物6は、沈み込みを生じること無く、同一平面(XY 平面)内において矢印 X 方向に円滑に平行移動する。なお、押圧力を解除すれば、移動対象物6は、板状バネ20の弾性力によって初期位置に戻される。

【0016】これに対して、各々の Y 方向駆動用アクチュエータ16を駆動させて伸張させると、この伸張運動が各々の板状バネ20を介して移動対象物6に伝達されることによって、移動対象物6を矢印 Y 方向に平行移動させることができる。

【0017】この場合、 Y 方向駆動用アクチュエータ16の伸張運動によって板状バネ20には、矢印 Y 方向の圧縮力及び引っ張り力が作用するが、このような圧縮力及び引っ張り力に対する板状バネ20の剛性が大きい

め、板状バネ20は、夫々、弾性変形すること無く、 Y 方向駆動用アクチュエータ16の伸張運動をそのまま移動対象物6に伝達する。この結果、移動対象物6は、アクチュエータ16の伸張量に対応(一致)した量だけ正確に同一平面(XY 平面)内において矢印 Y 方向に平行移動する。

【0018】なお、 Y 方向駆動用アクチュエータ16を伸張させた後、逆に、 Y 方向駆動用アクチュエータ16を縮小させれば、移動対象物6を初期位置方向に平行移動させて戻すことができる。

【0019】このように本発明の原理によれば、移動対象物を所定方向に必要な量だけ正確に平行移動させて高精度に位置決めすることができる。次に、上述した原理を応用した本発明の第1の実施の形態に係る移動装置について、図2を参照して説明する。

【0020】なお、本実施の形態の説明に際し、上述した原理と同一の構成には、同一符号を付して、その説明を省略する。図2に示すように、本実施の形態の移動装置は、2軸方向に移動対象物6を移動制御できるように構成されており、簡単に説明すると、上記の具体的原理(図1(b)参照)の構成を移動対象物6の矢印 X 方向及び Y 方向に沿った両側(即ち、図面の上下左右)に対称に配置している。

【0021】移動対象物6の矢印 X 方向に沿った両側の構成は、既に図1(b)で説明したので、同一符号を付して、その説明を省略すると共に、以下の構成の説明では、移動対象物6の矢印 Y 方向に沿った両側の構成の説明に止める。

【0022】図2に示すように、移動対象物6の矢印 Y 方向に沿った両側には、夫々、上述した原理(図1参照)と同様の作用効果を奏する弾性部材が、中心軸 P に対して対称に配置されており、移動対象物6は、これら弾性部材を介してアクチュエータ(例えば、圧電体)22(以下、 X 方向駆動用アクチュエータという)に支持されている。なお、 X 方向駆動用アクチュエータ22は、夫々、固定ベース18に固定されていると共に、 Y 方向駆動用アクチュエータ16と同一の形状及び機能を有しており、移動対象物6を矢印 X 方向に移動させることができるようになっている。

【0023】弾性部材として、本実施の形態では、その一例として、矢印 X 方向に沿って延出し且つその中央部分が矢印 X 方向に沿って一部中抜きされた中抜き部24aを有する板状バネ24が用いられており、これら板状バネ24を介して移動対象物6は、 X 方向駆動用アクチュエータ22に支持されている。

【0024】また、板状バネ24は、夫々、上記の板状バネ20と同一の形状及び機能を有している。即ち、板状バネ24は、夫々、移動対象物6の中心軸 P を通して矢印 Y 方向と平行に延出している Y 中心線 L_y に対して対称に延在している。また、板状バネ24は、移動対象

物 6 を矢印 Y 方向に移動した際に作用する曲げ力に対する剛性が小さく、且つ、移動対象物 6 を矢印 X 方向に移動した際に作用する圧縮力及び引っ張り力に対する剛性が大きくなっている。

【0025】このような構成によれば、移動対象物 6 は、矢印 X 方向及び Y 方向の両側に夫々配置された板状バネ 20、24 によって、常時、一定位置（以下、初期位置という）に弾性的に保持されることになり、例えば各々の Y 方向駆動用アクチュエータ 16 を駆動させて変位させると、この変位運動（伸縮運動力や伸縮量）が各々の板状バネ 20 を介して移動対象物 6 に伝達される。

【0026】この場合、Y 方向駆動用アクチュエータ 16 の例えば伸張運動によって板状バネ 20 には、矢印 Y 方向の圧縮力及び引っ張り力が作用するが、このような圧縮力及び引っ張り力に対する板状バネ 20 の剛性が大きいと、板状バネ 20 は、夫々、若干の弾性変形をするものの、Y 方向駆動用アクチュエータ 16 の伸張運動をほぼそのまま移動対象物 6 に伝達する。

【0027】このとき、移動対象物 6 の矢印 Y 方向に沿った両側の板状バネ 24 には、矢印 Y 方向の曲げ力が作用するが、この曲げ力に対する板状バネ 24 の剛性が小さいと、板状バネ 24 は、夫々、移動対象物 6 に加えられた伸張運動に対応して円滑に弾性変形する。この場合、各々の板状バネ 24 は、図 1 (a) で説明した基本原理と同様に、一方の板状バネ 24 の中抜き部 24 a が拡大し同時に他方の板状バネ 24 の中抜き部 24 a が縮小する。

【0028】この結果、移動対象物 6 は、沈み込みを生じること無く、また、移動方向に圧縮力及び引っ張り力の影響を受け難くなり、Y 方向駆動用アクチュエータ 16 の伸張量に対応（一致）した量だけ正確に、同一平面（XY 平面）内において矢印 Y 方向に円滑に平行移動する。

【0029】なお、X 方向駆動用アクチュエータ 22 を駆動させて伸張させた場合も、上記同様の動作に従って、移動対象物 6 は、沈み込みを生じること無く、X 方向駆動用アクチュエータ 22 の伸張量に対応（一致）した量だけ正確に、同一平面（XY 平面）内において矢印 X 方向に円滑に平行移動する。

【0030】なお、Y 方向駆動用アクチュエータ 16 及び X 方向駆動用アクチュエータ 22 を選択的に伸張させた後、これら Y 方向駆動用アクチュエータ 16 及び X 方向駆動用アクチュエータ 22 を選択的に縮小させれば、移動対象物 6 を初期位置方向に平行移動させて戻すことができる。

【0031】本実施の形態によれば、移動対象物を二次元方向（XY 方向）に必要な量だけ正確に平行移動させて高精度に位置決めすることが可能な移動装置を実現することができる。

【0032】次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る移

動装置について、図 3 を参照して説明する。なお、本実施の形態の説明に際し、第 1 の実施の形態と同一の構成には、同一符号を付して、その説明を省略する。

【0033】図 3 に示すように、本実施の形態の移動装置 05 には、移動対象物 6 の矢印 X 方向及び Y 方向（即ち、2 軸方向）の移動量を拡大するための拡大機構が設けられている。

【0034】本実施の形態に適用した拡大機構は、その一例として、移動対象物 6 の矢印 X 方向の移動量を拡大するように、移動対象物 6 の両側に Y 中心線 L_y に沿って延出した X 方向拡大アーム 26 と、移動対象物 6 の矢印 Y 方向の移動量を拡大するように、移動対象物 6 の両側に X 中心線 L_x に沿って延出した Y 方向拡大アーム 28 とを備えている。

【0035】X 方向拡大アーム 26 は、夫々、その一端が板状バネ 24 に一体的に接続されており、その他端がヒンジ部 30 を介して固定ベース 18 に一体的に接続されている。

【0036】ヒンジ部 30 は、夫々、X 方向拡大アーム 26 の他端の寸法を縮小するように絞り込んで形成されており、このヒンジ部 30 を中心に、X 方向拡大アーム 26 を所定方向に旋回させることができるようになっている。

【0037】また、X 方向駆動用アクチュエータ 22 は、X 方向拡大アーム 26 の一端と他端との間に配置されており、X 方向拡大アーム 26 の側面を Y 中心線 L_y に直交する方向、即ち、X 中心線 L_x 方向に押圧することによって、X 方向拡大アーム 26 をヒンジ部 30 を中心に旋回させることができるようになっている。

【0038】一方、Y 方向拡大アーム 28 は、夫々、その一端が板状バネ 20 に一体的に接続されており、その他端がヒンジ部 32 を介して固定ベース 18 に一体的に接続されている。

【0039】ヒンジ部 32 は、夫々、Y 方向拡大アーム 28 の他端の寸法を縮小するように絞り込んで形成されており、このヒンジ部 32 を中心に、Y 方向拡大アーム 28 を所定方向に旋回させることができるようになっている。

【0040】また、Y 方向駆動用アクチュエータ 16 は、Y 方向拡大アーム 28 の一端と他端との間に配置されており、Y 方向拡大アーム 28 の側面を X 中心線 L_x に直交する方向、即ち、Y 中心線 L_y 方向に押圧することによって、Y 方向拡大アーム 28 をヒンジ部 32 を中心に旋回させることができるようになっている。

【0041】この場合、Y 方向駆動用アクチュエータ 16 は、夫々、機械的に許容できる範囲で可能な限りヒンジ部 32 に近接した位置に配置することが好ましい。なぜなら、Y 方向駆動用アクチュエータ 16 をヒンジ部 32 に近接配置することによって、Y 方向拡大アーム 28 の一端（具体的には、Y 方向拡大アーム 28 と板状バネ

20との接続端)の変位量(即ち、ヒンジ部32を中心にしたY方向拡大アーム28の一端の旋回量)は、てこの原理に基づいて拡大され、Y方向駆動用アクチュエータ16の伸張量よりも大きくすることができるからである。

【0042】また、同様に、X方向駆動用アクチュエータ22は、夫々、機械的に許容できる範囲で可能な限りヒンジ部30に近接した位置に配置することが好ましい。なぜなら、X方向駆動用アクチュエータ22をヒンジ部30に近接配置することによって、X方向拡大アーム26の一端(具体的には、X方向拡大アーム26と板状バネ24との接続端)の変位量(即ち、ヒンジ部30を中心にしたX方向拡大アーム26の一端の旋回量)は、てこの原理に基づいて拡大され、X方向駆動用アクチュエータ22の伸張量よりも大きくすることができるからである。

【0043】また、Y方向駆動用アクチュエータ16によってY方向拡大アーム28の側面に直接押圧力を作用させると、この押圧力が作用したY方向拡大アーム28の側面に局所的な応力集中が生じて、Y方向拡大アーム28の側面が局所的に変形してしまう場合がある。このような変形が生じると、それ以降のY方向拡大アーム28に対する旋回制御が正確に行うことができなくなってしまう。

【0044】そこで、本実施の形態では、このような事態を回避するように、Y方向拡大アーム28のヒンジ部32に近接した位置に、このY方向拡大アーム28の材質よりも硬い材料(例えば、焼き入れ材など)で形成されたピン34を圧入し、このピン34に対してY方向駆動用アクチュエータ16の押圧力を作用させるように構成している。

【0045】このような構成によれば、Y方向駆動用アクチュエータ16の押圧力をピン34に作用すると、このピン34に作用した押圧力は、ピン34の周囲に分散する形でY方向拡大アーム28に伝達される。このため、Y方向拡大アーム28の側面に局所的な応力集中は生じない。

【0046】上記同様の作用効果を得るために、X方向拡大アーム26のヒンジ部30に近接した位置にも、このX方向拡大アーム26の材質よりも硬い材料(例えば、焼き入れ材など)で形成されたピン36が圧入され、このピン36に対してX方向駆動用アクチュエータ22の押圧力を作用させるように構成している。

【0047】なお、図面上、ピン34、36は、夫々、断面円形のものを採用しているが、局所的な応力集中を防止することができれば、任意の形状(例えば、楕円形、半円形など)を適用することが可能である。

【0048】このような構成によれば、例えば各々のY方向駆動用アクチュエータ16を駆動させて伸張させると、この伸張運動(伸張運動力や伸張量)は、ピン34

を介してY方向拡大アーム28に伝達される。

【0049】このとき、ピン34に作用したY方向駆動用アクチュエータ16の押圧力は、ピン34の周囲に分散する形でY方向拡大アーム28に伝達されるため、Y方向拡大アーム28は、その側面に局所的な応力集中を生じること無く、てこの原理に基づいて、ヒンジ部32を中心にY方向駆動用アクチュエータ16の伸張量よりも大きく旋回する。

【0050】このときの旋回運動力は、各々の板状バネ20を介して移動対象物6に伝達される。この場合、板状バネ20は、夫々、Y方向拡大アーム28の旋回運動に伴って弾性変形し、その中抜き部20aがY方向拡大アーム28の旋回方向に沿って拡大するため、Y方向拡大アーム28の旋回運動は、板状バネ20を介して移動対象物6をY方向に平行移動させるための直線運動に変換される。

【0051】一方、各々のX方向駆動用アクチュエータ22を駆動させて伸張させると、この伸張運動(伸張運動力や伸張量)は、ピン36を介してX方向拡大アーム26に伝達される。

【0052】このとき、ピン36に作用したX方向駆動用アクチュエータ22の押圧力は、ピン36の周囲に分散する形でX方向拡大アーム26に伝達されるため、X方向拡大アーム26は、その側面に局所的な応力集中を生じること無く、てこの原理に基づいて、ヒンジ部30を中心にX方向駆動用アクチュエータ22の伸張量よりも大きく旋回する。

【0053】このときの旋回運動力は、各々の板状バネ24を介して移動対象物6に伝達される。この場合、板状バネ24は、夫々、X方向拡大アーム26の旋回運動に伴って弾性変形し、その中抜き部24aがX方向拡大アーム26の旋回方向に沿って拡大するため、X方向拡大アーム26の旋回運動は、板状バネ24を介して移動対象物6をX方向に平行移動させるための直線運動に変換される。

【0054】なお、この後の移動対象物6の移動動作や板状バネ20の動作は、第1の実施の形態と同様であるため、その説明は省略する。本実施の形態によれば、拡大機構によって移動対象物の平行移動量を所定方向に必要な量だけ拡大して高精度に位置決めすることが可能な移動装置を実現することができる。

【0055】次に、本発明の第3の実施の形態に係る移動装置について、図4及び図5を参照して説明する。なお、本実施の形態の説明に際し、第1及び第2の実施の形態と同一の構成には、同一符号を付して、その説明を省略する。

【0056】本実施の形態の移動装置は、移動対象物6を矢印XYZ方向(三次元方向、即ち、3軸方向)に移動することができるように構成されている。このような構成を実現するために、本実施の形態の移動装置は、そ

の一例として、第 2 の実施の形態を改良する形で構成されている。

【0057】その改良点について説明すると、本実施の形態では、板状バネ 20、24 (図 3 参照) の代わりに、これらを X 方向拡大アーム 26、Y 方向拡大アーム 28 及び移動対象物 6 よりも肉薄に形成した薄板状バネ 20'、24' が適用されている。

【0058】薄板状バネ 20' には、矢印 Y 方向に沿って延出し且つその中央部分が矢印 Y 方向に沿って中抜きされた中抜き部 20a' が形成されている。この場合、薄板状バネ 20' は、換言すると、中抜き部 20a' を構成するように棒状バネを屈曲して構成されたものと言える。

【0059】また、この薄板状バネ 20' は、移動対象物 6 を矢印 X 方向及び Z 方向に移動した際に作用する曲げ力に対する剛性が小さく、且つ、移動対象物 6 を矢印 Y 方向に移動した際に作用する圧縮力及び引っ張り力に対する剛性が大きくなっている。

【0060】薄板状バネ 24' には、矢印 X 方向に沿って延出し且つその中央部分が矢印 X 方向に沿って中抜きされた中抜き部 24a' が形成されている。この場合、薄板状バネ 24' は、換言すると、中抜き部 24a' を構成するように棒状バネを屈曲して構成されたものと言える。

【0061】また、この薄板状バネ 24' は、移動対象物 6 を矢印 Y 方向及び Z 方向に移動した際に作用する曲げ力に対する剛性が小さく、且つ、移動対象物 6 を矢印 X 方向に移動した際に作用する圧縮力及び引っ張り力に対する剛性が大きくなっている。

【0062】このように肉薄の薄板状バネ 20'、24' を適用することによって、移動対象物 6 は、常時、同一位置に弾性的に支持された状態となるため、移動対象物 6 に矢印 Z 方向の押圧力を与えた場合、これら薄板状バネ 20'、24' が夫々同様に弾性変形して円滑に曲がるため、移動対象物 6 を矢印 Z 方向に正確且つ円滑に平行移動させることが可能となる。

【0063】これに対して、移動対象物 6 に矢印 X 方向及び Y 方向の押圧力を与えた場合、これら薄板状バネ 20'、24' が弾性変形して円滑に曲がるため、移動対象物 6 を矢印 X 方向及び Y 方向に円滑に移動させることが可能となる。但し、薄板状バネ 20'、24' は、夫々、薄肉形状を成しているため、移動対象物 6 を矢印 X 方向及び Y 方向に移動する際、矢印 Z 方向に沈み込みが生じる場合がある。

【0064】そこで、本実施の形態の他の改良点として、矢印 Z 方向への沈み込みを生じること無く、同一平面 (XY 平面) 内において移動対象物 6 を平行移動させるように、上述した基本原理 (図 1 (a) 参照) と同様の作用効果を奏する弾性部材が移動対象物 6 の中心軸 P に対して対称に (本実施の形態では、その一例として、

移動対象物 6 の四隅に) 配置されている。

【0065】弾性部材として、本実施の形態では、その一例として、矢印 Z 方向に沿って延出し且つその中央部分が矢印 Z 方向に沿って一部中抜きされた中抜き部 38a を有した肉薄の薄板状バネ 38 が用いられている。この場合、薄板状バネ 38 は、換言すると、中抜き部 38a を構成するように棒状バネを屈曲して構成されたものと言える。

【0066】薄板状バネ 38 は、夫々、移動対象物 6 を矢印 X 方向及び Y 方向に移動した際に作用する曲げ力に対する剛性が小さく、且つ、移動対象物 6 を矢印 Z 方向に移動した際に作用する圧縮力及び引っ張り力に対する剛性が大きくなっている。

【0067】また、薄板状バネ 38 は、夫々、その一端が移動対象物 6 に接続され、その他端が後述する Z 方向駆動用アクチュエータ 42 を介して固定ベース 18 に接続されており、これら薄板状バネ 38 を介して移動対象物 6 は、固定ベース 18 に弾性的に支持されている。なお、薄板状バネ 38 の下端部 38b は、他の部位に固定されること無くフリーな状態となっており、1 枚の連結部材 40 を介して互いに連結されている。

【0068】構成をまとめると、固定ベース 18 は、Z 方向駆動用アクチュエータ 42 の一端と接続され、Z 方向駆動用アクチュエータの他端は、弾性部材 (薄板状バネ 38、連結部材 40) を介して移動対象物 6 に固定されている。

【0069】このような改良構成によれば、移動対象物 6 を矢印 X 方向又は Y 方向に移動した際、図 5 中実線で示すように、一方の薄板状バネ 38 の中抜き部 38a が拡大し同時に他方の薄板状バネ 38 の中抜き部 38a が縮小することによって、薄板状バネ 38 の曲げ量に対応して下端部 38b が、図 5 中二点鎖線の位置から実線で示す位置まで移動対象物 6 方向に引き上げられるため、移動対象物 6 は、沈み込みを生じること無く、同一平面 (XY 平面) 内において常に平行移動することになる。

【0070】また、本実施の形態に適用した Z 方向駆動用アクチュエータ 42 (例えば、圧電体) は、夫々、移動対象物 6 の四隅近傍の固定ベース 18 に固定されており、薄板状バネ 38 の他端を矢印 Z 方向に押圧することができるようになっている。

【0071】この場合、Z 方向駆動用アクチュエータ 42 を伸張させて薄板状バネ 38 の他端に押圧力を加えると、薄板状バネ 38 には、矢印 Z 方向の圧縮力及び引っ張り力が作用するが、このような圧縮力及び引っ張り力に対する薄板状バネ 38 の剛性が大きいため、薄板状バネ 38 は、夫々、弾性変形すること無く、Z 方向駆動用アクチュエータ 42 の伸張運動をそのまま移動対象物 6 に伝達する。

【0072】このとき、移動対象物 6 の周囲の薄板状バネ 20'、24' には、夫々、矢印 Z 方向の曲げ力が作

用するが、この曲げ力に対する薄板状バネ 20', 24' の剛性が小さくなっているため、薄板状バネ 20', 24' は、夫々、移動対象物 6 に加えられた伸張運動に対応して円滑に弾性変形する。

【0073】この結果、移動対象物 6 は、薄板状バネ 20', 24' によって常に同一位置に弾性的に支持された状態を維持しつつ、Z 方向駆動用アクチュエータ 42 の伸張量に対応（一致）した量だけ正確に矢印 Z 方向に円滑に平行移動する。

【0074】なお、その他の構成作用は、第 2 の実施の形態と同様であるため、その説明を省略する。本実施の形態によれば、移動対象物を三次元方向に必要な量だけ正確に平行移動させて高精度に位置決めすることが可能な移動装置を実現することができる。

【0075】なお、本実施の形態は、第 2 の実施の形態の改良として説明したが、第 1 の実施の形態の改良とする形で構成することもできる。この場合には、例えば、板状バネ 20', 24' を本実施の形態の薄板状バネ 20', 24' と同様に形成すると共に、本実施の形態と同様の作用効果を奏する弾性部材並びに Z 方向駆動用アクチュエータ 42 を移動対象物 6 の中心軸 P に対して対称に配置すれば良い。

【0076】また、本発明は、上述した各実施の形態の構成に限定されることは無く、新規事項を追加しない範囲で種々変更することが可能である。第 2 及び第 3 の実施の形態において、移動対象物 6 を 1 軸方向（例えば、矢印 Y 方向）にだけ移動させることを目的とするのであれば、図 6 に示すように、板状バネ 24 及び薄板状バネ 24' を直接固定ベース 18 に一体的に接続させることによって、沈み込みを生じること無く、移動対象物 6 を矢印 Y 方向に必要な量だけ平行移動させて高精度に位置決めすることが可能となる。

【0077】また、第 1 ～ 第 3 の実施の形態において、図 7 に示すように、板状バネ 20', 24'、並びに、薄板状バネ 20', 24' を夫々非対称に延在させたいわゆる屈曲状バネとして構成しても上記各実施の形態の作用効果を実現することが可能である。

【0078】なお、本明細書には、以下の発明が含まれる。

(1) 移動対象物と、この移動対象物に対する固定ベースと、前記移動対象物の中心軸に対して対称に配置され、前記移動対象物を平行移動自在に係合する弾性部材と、この弾性部材の一端に係合し、他端が前記固定ベースと係合する前記移動対象物を移動させるためのアクチュエータとを備えていることを特徴とする移動装置。

(2) 前記移動対象物と係合する前記弾性部材は、前記移動対象物の一方向に 2 つ、この一方向に直交する他方向に 2 つ設けられており、前記弾性部材は、前記移動対象物より薄く成形されていることを特徴とする上記

(1) に記載の移動装置。

(3) 前記移動対象物の移動量を拡大するように、前記移動対象物の中心軸に対して対称に配置され、前記弾性部材を介して前記移動対象物に接続された拡大アームを備えており、この拡大アームは、前記アクチュエータの変位量を拡大して前記移動対象物に伝達することによって、前記移動対象物の移動量を拡大させることを特徴とする上記 (1) 又は (2) に記載の移動装置。

(4) 前記拡大アームは、棒状の部材であり、一端が前記弾性部材に係合し、他端が前記固定ベースに係合しており、前記アクチュエータは、前記拡大アームの延出方向に直交する方向から前記拡大アームを押圧することを特徴とする上記 (3) に記載の移動装置。

(5) 前記移動対象物、前記固定ベース、前記弾性部材及び前記拡大アームは、同一材料で一体成形されていることを特徴とする上記 (3) 又は (4) に記載の移動装置。

(6) 移動対象物と、この移動対象物の中心軸に対して対称に配置され、前記移動対象物を平行移動自在に支持する弾性部材と、前記移動対象物を移動させるためのアクチュエータとを備えており、前記弾性部材は、前記移動対象物を移動した際に作用する曲げ力に対する剛性が小さく、且つ、前記移動対象物を移動した際に作用する圧縮力及び引っ張り力に対する剛性が大きくなっていることを特徴とする移動装置。

(7) 前記移動対象物の移動量を拡大するように、前記移動対象物の中心軸に対して対称に配置され、前記弾性部材を介して前記移動対象物に接続された拡大アームを備えており、この拡大アームは、前記アクチュエータの変位量を拡大して前記移動対象物に伝達することによって、前記移動対象物の移動量を拡大させることを特徴とする上記 (6) に記載の移動装置。

(8) 前記拡大アームは、棒状の部材であり、一端が前記弾性部材に係合し、他端が前記固定ベースに係合しており、前記アクチュエータは、前記拡大アームの延出方向に直交する方向から前記拡大アームを押圧することを特徴とする上記 (7) に記載の移動装置。

【0079】

【発明の効果】本発明によれば、移動対象物を所定方向に必要な量だけ正確に移動して高精度に位置決めすることが可能な移動装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】(a) は、本発明の基本原理図、(b) は、本発明の具体的原理図。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係る移動装置の構成を示す図。

【図 3】本発明の第 2 の実施の形態に係る移動装置の構成を示す図。

【図 4】(a) は、本発明の第 3 の実施の形態に係る移動装置の構成を示す図、(b) は、同図 (a) の b-b 線に沿う断面を矢印 b 方向から見た図。

【図5】第3の実施の形態に用いた薄板状バネの動作説明図。

【図6】本発明の変形例に係る移動装置の主要な構成を示す図。

【図7】本発明の他の変形例に係る移動装置の主要な構成を示す図。

【図8】第1の従来技術に係る移動装置の主要な構成を示す図。

【図9】第2の従来技術に係る移動装置の主要な構成を示す図。

示す図。

【符号の説明】

6 移動対象物

16 Y方向駆動用アクチュエータ

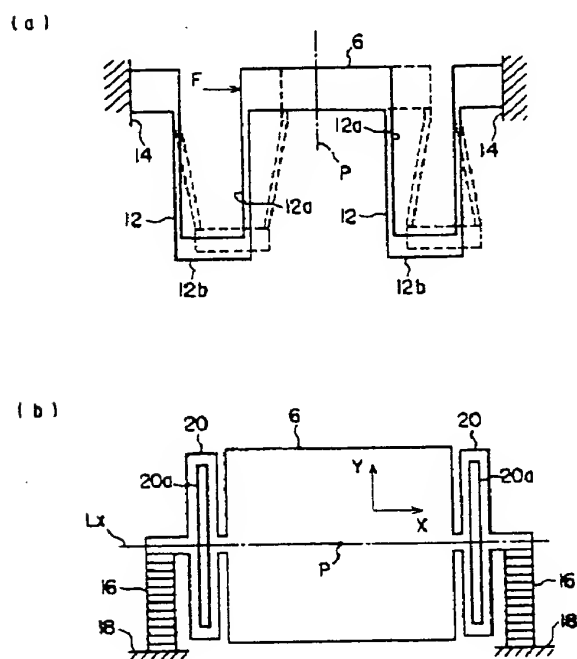
20 板状バネ

22 X方向駆動用アクチュエータ

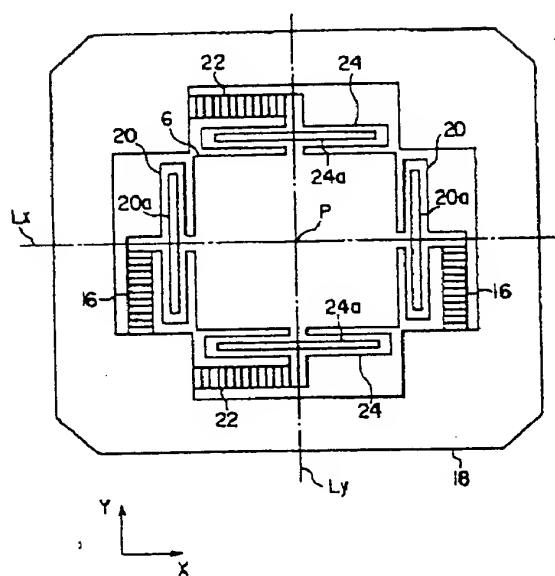
24 板状バネ

P 移動対象物の中心軸

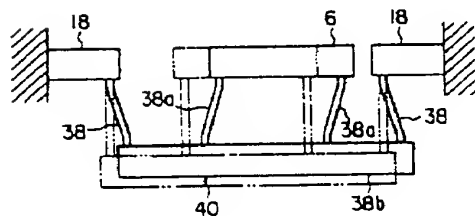
【図1】



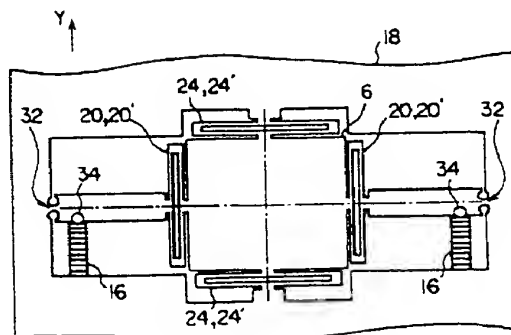
【図2】



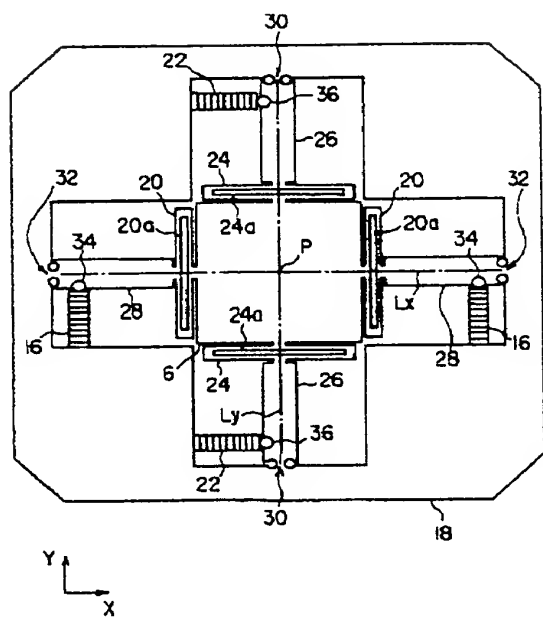
【図5】



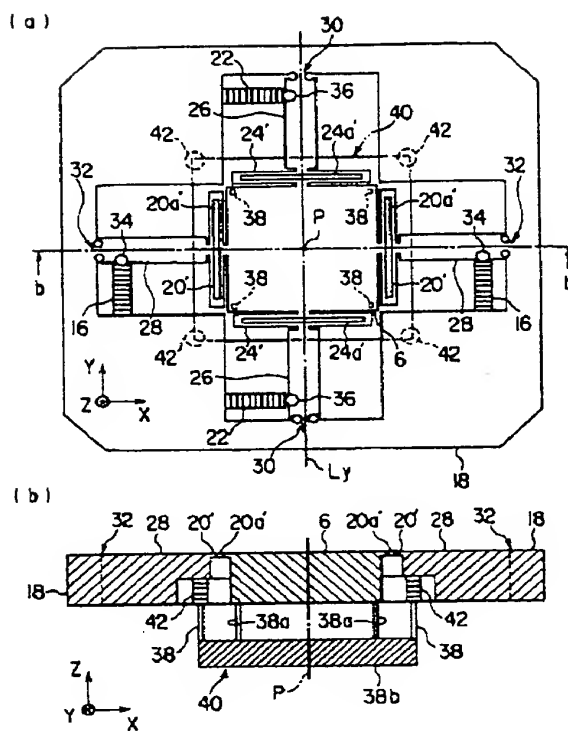
【図6】



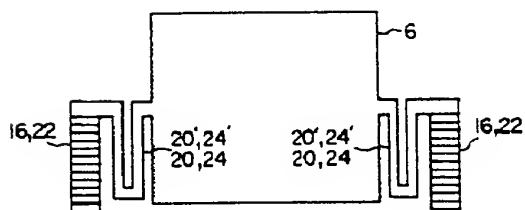
【図3】



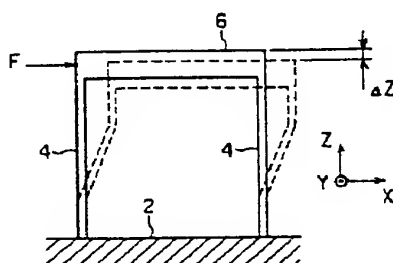
【図4】



【図7】



【図8】



【図9】

